

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-055293

(43)Date of publication of application : 01.03.1994

(51)Int.Cl.

B23K 35/28
C22C 21/02
F28F 19/06
B23K 1/00
// B23K101:14

(21)Application number : 04-220666

(22)Date of filing : 28.07.1992

(71)Applicant : FURUKAWA ALUM CO LTD

(72)Inventor : DOKOU TAKENOBU
YAMAGUCHI MOTOYOSHI
FUJITA KOICHI

(54) ALUMINUM ALLOY BRAZER AND PRODUCTION OF HEAT EXCHANGER MADE OF ALUMINUM ALLOY

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the brazing alloy for producing the heat exchanger made of an aluminum alloy having excellent thermal efficiency and high strength by a brazing method and the process for production of the heat exchanger by using this alloy.

CONSTITUTION: (1) This aluminum alloy brazer contains 0.5 to 12.0wt.% Si and 0.05 to 3.0wt.% Cu and the balance Al and inevitable impurities. (2) This process for production of the heat exchanger made of the aluminum alloy consists in executing brazing at 570 to 585° C by using the aluminum alloy brazer contg. 10.5 to 12.0wt.% Si and 0.05 to 3.0wt.% Cu and the balance Al and inevitable impurities at the time of producing the heat exchanger made of the aluminum alloy by brazing.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-55293

(43)公開日 平成6年(1994)3月1日

(51)IntCl.⁵
B 2 3 K 35/28
C 2 2 C 21/02
F 2 8 F 19/06
// B 2 3 K 101:14

識別記号 庁内整理番号
3 1 0 A 7362-4E
9141-3L

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全7頁)

(21)出願番号 特願平4-220666

(22)出願日 平成4年(1992)7月28日

(71)出願人 000165963

古河アルミニウム工業株式会社
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72)発明者 土公 武宜

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河アルミニウム工業株式会社内

(72)発明者 山口 元由

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河アルミニウム工業株式会社内

(72)発明者 藤田 浩一

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河アルミニウム工業株式会社内

(54)【発明の名称】 アルミニウム合金ろうおよびアルミニウム合金製熱交換器の製造方法

(57)【要約】

【目的】 熱効率に優れ、高強度のアルミニウム合金製熱交換器をろう付工法により製造するためのろう合金およびそれを用いた熱交換器の製造方法を提供する。

【構成】 (1) Si 10.5~12.0wt%、Cu 0.05~3.0wt%を含有し、残部Alと不可避免の不純物とからなることを特徴とするアルミニウム合金ろう。

(2) アルミニウム合金製熱交換器をろう付により製造するにあたり、Si 10.5~12.0wt%、Cu 0.05~3.0wt%を含有し、残部Alと不可避免の不純物とからなるアルミニウム合金ろうを用い、570~585℃の温度でろう付を行うことを特徴とするアルミニウム合金製熱交換器の製造方法。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 Si 10.5～12.0wt%、 Cu 0.05～3.0wt%を含有し、残部 Al と不可避免の不純物とからなることを特徴とするアルミニウム合金ろう。

【請求項2】 アルミニウム合金製熱交換器をろう付により製造するにあたり、 Si 10.5～12.0wt%、 Cu 0.05～3.0wt%を含有し、残部 Al と不可避免の不純物とからなるアルミニウム合金ろうを用い、570～585℃の温度でろう付を行うことを特徴とするアルミニウム合金製熱交換器の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、アルミニウム合金ろうおよびアルミニウム合金製熱交換器の製造方法に関するものであり、さらに詳しくは、熱効率に優れ、高強度のアルミニウム合金製熱交換器をろう付工法により製造するためのろう合金およびそれを用いた熱交換器の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術とその課題】ラジエーター等の熱交換器は例えば図1に示すように複数本の偏平チューブ(1)の間にコルゲート状に加工した薄肉フィン(2)を一体に形成し、該偏平チューブ(1)の両端はヘッダー(3)とタンク(4)とで構成される空間にそれぞれ開口しており、一方のタンク側の空間から偏平チューブ(1)内を通して高温冷媒を他方のタンク(4)側の空間に送り、偏平チューブ(1)および薄肉フィン(2)の部分で熱交換して低温になった冷媒を再び循環させるものである。このような熱交換器のチューブ材およびヘッダー材は例えば JIS 3003 合金を芯材とし、該芯材の内側、すなわち冷媒に常時触れている側には内張材として JIS 7072 合金を、そして、該芯材の外側には、通常 JIS 4045 合金等のろう材をクラッドしたブレイジングシートを用いている。また、フィン材はコルゲート加工して用いられているが、JIS 3003 合金やそれに犠牲効果を与える目的で Zn 等を含有した合金が用いられている。これらは、ブレイジングにより一体に組み立てられている。

【0003】また、図2はサーペンタインタイプのコンデンサーであるが、熱間または温間で管状に押し出し成形した管材(5)を蛇行状に折り曲げ、管材の間にブレイジングシートからなるコルゲートフィン(6)を取付けたものである。ここで(7)はコネクターを示す。管材には JIS 3003 合金等が用いられ、フィンには JIS 3003 合金やそれに犠牲効果を与える目的で Zn 等を含有した合金を芯材とし、JIS 4045 合金や JIS 4343 合金等のろう材を両面にクラッドしている。

【0004】これらは、いずれも600℃付近の温度に加熱してろう付けするブレイジングにより組み立てられるが、ブレイジング工法としては、フラックスブレイジング法、非腐食性のフラックスを用いたノコロックブレ

ーディング法等が行われる。

【0005】ところで、近年、熱交換器は軽量・小型化の方向にあり、そのために材料の薄肉化が望まれている。しかし、従来の材料で薄肉化を行った場合、いくつかの問題点が生じる。まず、冷媒通路構成部材(チューブ材等)では材料の肉厚が減少する分強度を向上させる必要があるが、強度を向上させた合金の場合、耐食性が低下したり、融点が低下する問題がある。また、材料の薄肉化に伴う熱交換器の熱効率の低下を解決するために、熱伝導性に優れたフィンの開発がなされており、例えば $\text{Al}-\text{Zr}$ 系合金のフィン材が提案されている。しかし、そのようなフィン材では強度が低くさらにろう付加熱時に座屈しやすいという問題点があり、座屈が生じると通風抵抗の増加により熱交換器の熱効率が低下する。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明はこれに鑑み、熱効率に優れ、高強度のアルミニウム合金製熱交換器を製造するためのろう合金およびそれを用いたろう付方法を開発したもので、請求項1記載の発明は、 Si 10.5～12.0wt%、 Cu 0.05～3.0wt%を含有し、残部 Al と不可避免の不純物とからなることを特徴とするアルミニウム合金ろうであり、請求項2記載の発明は、アルミニウム合金製熱交換器をろう付により製造するにあたり、 Si 10.5～12.0wt%、 Cu 0.05～3.0wt%を含有し、残部 Al と不可避免の不純物とからなるアルミニウム合金ろうを用い、570～585℃の温度でろう付を行うことを特徴とするアルミニウム合金製熱交換器の製造方法である。

【0007】

【作用】まず、本発明の考え方について説明する。アルミニウム合金製熱交換器を上記のようにブレイジング工法にて製造する場合、その加熱は通常600℃付近の温度で行われている。この600℃という温度はアルミニウム合金にとってかなりの高温であるため、ろう付加熱中にフィンが座屈したり、合金中の金属間化合物が再固溶して熱伝導性が低下したり、低融点の高強度合金が使用できない等の問題がある。発明者らは、ろう付温度を何℃以下に下げたらこのような問題点を解決できるか鋭意検討を行ったところ、585℃以下であれば、ろう付中のフィンの座屈が生じにくくなり、熱伝導性の低下がわずかであり、さらに、フィン中の Si の添加量を増やすことで合金の強度を向上できることを見出した。

【0008】さらに詳しく説明すると、フィンの座屈は加熱中にフィンが再結晶することによって生じるものとさらに高温で高温クリープ現象を原因として生じるものとがあるが、後者は590℃付近を境に急激に生じることを見出し、585℃以下であれば後者を原因とする座屈は生じないので、全体としてフィンの座屈は生じにくくなるのである。熱伝導性はアルミニウム合金中に析出

していた金属間化合物がろう付加熱時に再固溶することで低下するのであるが、加熱温度が高いほど合金元素の固溶限が大きくなりかつ拡散速度が大きくなるので、再固溶は進行しやすくなる。そのため、585℃以下であれば再固溶の進行速度が小さく、熱伝導性の低下は少ないのである。高強度アルミニウム合金としては添加される元素はCu、Mg、Si等があるが、冷媒通路構成部材として用いる場合、耐食性やろう付性を考慮しなければならないし、フィンとして用いる場合、犠牲効果やろう付性を考慮しなければならない。よって、強度向上のために添加できる元素は限られ、具体的にはSiの添加が有力である。600℃のろう付で添加可能なSi量は1wt%程度であるのが、585℃で1.5wt%程度の添加が可能となる。

【0009】さて、このように通常のろう付温度より低い温度でろう付を行う方法に、低温ろう付と言われている500℃前後の温度でろう付を行う方法が知られている。この方法はZnを20wt%以上を含有したZn-A1系合金を通常ろう付として用いるために、ろう付後にろう材が腐食されやすいという問題点があり、さらにブレージングシートの製造が難しく、工業的に熱交換器を製造するには解決すべき問題が多く残されている。しかし、発明者らは上記のように低温ろう付よりはるかに高温である585℃程度のろう付温度でも熱交換器の特性向上が可能なることを見出しており、低温ろう付とは異なるろう合金の開発が可能と考え、本発明に到ったのである。

【0010】以上のように、585℃以下でろう付できるろう合金の検討を行ったのであるが、従来より低融点のアルミニウム合金ろう付として知られている合金がある（例えば特開平3-57588）。これらは、主に鋳物をろう付するために開発されたものであり、多量のCuが含有されているため、圧延加工を行うと割れてしまう問題がありブレージングシートの製造が困難である。本発明ではこのような問題点を解決し、ブレージングシートとして製造可能なろう付を開発したものである。

【0011】ここで、本発明のろう付の合金組成は10.5wt%以上12.0wt%以下のSi、0.05wt%以上3.0wt%以下のCuを含有し、残部Alと不可避的不純物とからなるアルミニウム合金であり、以下にその限定理由を説明する。Siの添加は合金の融点を下げるが、その量が10.5wt%未満では十分に融点が低下せず、585℃以下の温度でろう付できない。さらに、その量が12.0wt%を超えると逆に融点が上がるため、585℃以下の温度でろう付できなくなる。Cuの添加は合金の融点を下げ、ろう流れ性を向上する。しかしその量が0.05wt%未満では効果が十分でなく、その量が3.0wt%を超えたらろうの電位が貴になり、冷媒通路構成部材の耐食性が低下する。本発明のろう付の合金元素は以上の通りであるが、不可避的不純物として、Feは

0.6wt%以下であれば含有可能であり、他の元素もそれぞれ0.05wt%以下であれば含有してもよい。

【0012】本発明のろう付は、アルミニウム合金製熱交換器のろう付に用いられる。ここでいうアルミニウム合金製熱交換器は、ラジエーター、コンデンサー、エバポレーター等が挙げられるがこれに限定するものでない。ここで本発明の用途を熱交換器に限定したのは、本発明を実施した場合、材料の熱伝導の向上効果により熱交換器の熱効率の向上の効果があり、さらに、熱交換器には通常フィンを用いているが、フィンの耐高温座屈性向上に効果があるためである。この場合、ろう合金組成は上記のように限定するが、それ以外のフィンや冷媒通路構成部材に用いられるアルミニウム合金の合金組成は特に限定しない。600℃付近の温度でろう付を行うための合金（例えば3003合金をベースに各種元素を添加した合金や1000系の合金）をそのまま用いても構わない。これは、本発明のろう付を用いて585℃以下の温度でろう付を行った場合、フィンの高温座屈性および熱伝導性は必ず向上するからである。また、合金の高強度を狙って、例えば1000系合金や3000系合金でSiを1.2wt%以上添加したアルミニウム合金の使用も可能である。

【0013】本発明では、ろう付温度を570℃以上585℃以下とする。ろう付温度が570℃未満では、本発明のろう付は溶融せずろう付することができないためである。また、585℃を超えると、材料の熱伝導性が低下し、かつフィンの高温座屈性が低下するためである。なお、このようにろう付温度を低下させることで、ろう付炉の寿命が延びるという効果も有する。

【0014】ここで、本発明のろう付条件は上記のように、温度は限定されるが、それ以外の条件は従来とほとんど同様でよい。すなわち、フラックスブレージング法、非腐食性のフラックスを用いたノコロックブレージング法等であればよく特に限定するものではない。ろう付前の組み立て、洗浄、場合によってフラックス塗布等は従来通り行えばよい。この場合フラックスは、例えばセシウム系のフラックスを用いれば、本発明の温度域でろう付可能である。なお、本発明では、加熱の後の工程は特に限定しない。従来より行われているように、時効処理やフラックス除去や塗装等の工程を行えばよい。

【0015】

【実施例】以下に実施例により本発明を更に具体的に説明する。

【実施例1】表1の合金組成のろう材と芯材からなるブレージングシートからフィンを作製した。フィンの板厚は0.12mmであり、ろう材はいずれも芯材の両面に10%ずつクラッドしたH14調質である。これらを、表2の条件でN₂ガス中で加熱を行い、垂下試験を行った。垂下試験は突き出し長さ50mmで実施した。結果を表2に記した。

【0016】

【表1】

| | ブレージング シート No. | ろう材合金組成 wt% | | | 芯材合金組成 wt% | | | | | | | |
|------|-------------------|-------------|------|----|------------|------|------|------|------|------|------|----|
| | | Si | Cu | Al | Si | Fe | Cu | Mn | Zn | Zr | Ti | Al |
| 本発明例 | 1 | 10.8 | 0.45 | 残部 | 0.22 | 0.46 | 0.06 | 1.15 | 1.11 | — | 0.01 | 残部 |
| | 2 | 11.2 | 1.23 | " | 0.22 | 0.46 | 0.06 | 1.15 | 1.11 | — | 0.01 | " |
| | 3 | 11.5 | 2.22 | " | 0.22 | 0.46 | 0.06 | 1.15 | 1.11 | — | 0.01 | " |
| | 4 | 11.8 | 2.78 | " | 0.22 | 0.46 | 0.06 | 1.15 | 1.11 | — | 0.01 | " |
| | 5 | 10.9 | 0.77 | " | 0.16 | 0.63 | — | — | 1.10 | 0.15 | 0.01 | " |
| | 6 | 11.1 | 2.56 | " | 1.14 | 0.32 | — | — | 1.10 | 0.10 | 0.01 | " |
| 従来例 | 7 | 9.8 | — | " | 0.22 | 0.46 | 0.06 | 1.15 | 1.11 | — | 0.01 | " |
| | 8 | 9.8 | — | " | 0.16 | 0.63 | — | — | 1.10 | 0.15 | 0.01 | " |
| 比較例 | 9 | 9.8 | — | " | 1.14 | 0.32 | — | — | 1.10 | 0.10 | 0.01 | " |

【0017】

【表2】

| | ブレージング シート No. | ろう付加熱条件 | 垂下量 mm |
|------|-------------------|---------|-----------|
| 本発明例 | 1 | 580℃×5分 | 5 |
| | 2 | 580℃×5分 | 5 |
| | 3 | 575℃×5分 | 4 |
| | 4 | 575℃×5分 | 4 |
| | 5 | 580℃×5分 | 6 |
| | 6 | 580℃×5分 | 8 |
| 従来例 | 7 | 600℃×5分 | 15 |
| | 8 | 600℃×5分 | 30 |
| 比較例 | 9 | 600℃×5分 | 50 |

【0018】表2から明らかなように本発明例No. 1～6は従来例および比較例よりも垂下特性が極めて向上し

ている。

【0019】〔実施例2〕表3に示す合金組成のろう材と芯材からなるブレージングシートから作製したフィン材とチューブ材、ヘッダー材とを表4に示すように組合せ、図1に示すラジエーターを組み立てた。フィン材はベア材で板厚0.08mmとし、チューブ材は、表3に示す構成の板厚0.4mmのコイル状板材を通常の方法により製造し、このコイル状板材を電縫管のサイズに合わせてスリッターして幅35.0mmの条材にした。この条材を電縫管製造装置を用い、幅16.0mm、厚さ2.2mmの通液管用の電縫管に加工した。また、ヘッダー材はチューブ材と同一の構成の板厚1.0mmのコイル状板材を幅60mmにスリッターしてヘッダー用の条材とした。組み立てられたラジエーターは、セシウム系フラックスの

10%濃度液を塗布し、N₂ガス中で表4の条件で加熱を行い、ろう付けした。材料および加熱条件の組合せを表4に示す。得られたラジエーターについて、外観観察によりフィンおよびチューブの潰れ具合、フィレットの形成について調査した。結果を表4に示す。また、きちんとろう付されていたラジエーターについてはその熱効率を調査した。熱効率は、JIS D 1618（自動車用冷房機試験方法）に準じて行い、それぞれ従来法によるラジエーターの熱効率に対する向上の度合を表4に記した。また、参考のためにチューブ材については、ろう付加熱後引張試験を行い強度を調べ、表4に併記した。

【0020】

【表3】

| | フレージング シート No. | ろう材合金組成 | | | wt% | 芯材合金組成 | | | | | | | | | | wt% | 構 成 | | |
|--|-------------------|---------|------|-----|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|----|--------------------------|-----|-----|--|--|
| | | ろう材合金組成 | | wt% | | 芯材合金組成 | | | | | | | | | | | | | |
| | | Si | Cu | | | Al | Si | Fe | Cu | Mn | Mg | Zn | Cr | Zr | Ti | | | | |
| フ ィ ン 材 | 1 1 | ろう材なし | | | 0.24 | 0.46 | 0.06 | 1.11 | — | 1.08 | — | — | 0.01 | 残 | ヘア材 | | | | |
| | 1 2 | " | | | 0.14 | 0.67 | — | — | — | 1.05 | — | 0.16 | 0.01 | " | | | | | |
| チ ュ ー ブ ・ ヘ ン ダ ー 材 | 1 3 | 11.8 | 0.42 | 残 | 0.29 | 0.52 | 0.15 | 1.10 | — | — | — | — | 0.01 | " | 片面に10%のろう 片面に10%の7072 | | | | |
| | 1 4 | 10.9 | 1.07 | " | 0.29 | 0.52 | 0.15 | 1.10 | — | — | — | — | 0.01 | " | | | | | |
| | 1 5 | 11.2 | 1.88 | " | 0.29 | 0.52 | 0.15 | 1.10 | — | — | — | — | 0.01 | " | | | | | |
| | 1 6 | 10.5 | 2.21 | " | 1.56 | 0.48 | 0.46 | 1.10 | 0.15 | — | 0.15 | 0.15 | 0.11 | " | | | | | |
| | 1 7 | 9.8 | — | " | 0.29 | 0.52 | 0.15 | 1.10 | — | — | — | — | 0.01 | " | | | | | |
| | 1 8 | 9.8 | — | " | 1.56 | 0.48 | 0.46 | 1.10 | 0.15 | — | 0.15 | 0.15 | 0.11 | " | | | | | |

【表4】

| | No. | 組み合わせ | | ろう付加熱 温度 ℃ 加熱時間 5分 | 潰れ 発生 箇所 | ろう 付性 | ラジエーター の熱効率 | ろう付加熱 後のチューブの 引張強さ MPa |
|------------------|---------|-------|----------------|-----------------------------|----------------|----------|----------------|---------------------------------|
| | | フィン材 | チューブ・ ヘッダー材 | | | | | |
| 本 発 明 法 | ① | 11 | 15 | 575 | なし | 良好 | ⑦より0.5%向上 | 125 |
| | ② | 11 | 16 | 575 | " | 良好 | ⑦より0.5%向上 | 190 |
| | ③ | 12 | 13 | 580 | " | 良好 | ⑦より3.5%向上 | 125 |
| | ④ | 12 | 14 | 580 | " | 良好 | ⑦より3.5%向上 | 125 |
| | ⑤ | 12 | 15 | 575 | " | 良好 | ⑦より3.5%向上 | 125 |
| | ⑥ | 12 | 16 | 575 | " | 良好 | ⑦より3.5%向上 | 190 |
| 従 来 法 | ⑦ | 11 | 17 | 600 | " | 良好 | 標準 | 125 |
| 比 較 法 | ⑧ | 12 | 17 | 600 | フィン | 良好 | ⑦より2.0%低下 | 125 |
| | ⑨ 注) | 11 | 18 | 600 | チューブ | 良好 | 測定不能 | — |

注) ⑨のチューブはろう付加熱で溶融したため、熱効率測定と引張試験は実施できなかった。

【0022】表4から明らかなように本発明法によって製造されたラジエーターNo. ①～⑥は従来法によるNo. ⑦と比較して熱効率に優れており、ろう付性も良好である。

【0023】

【発明の効果】以上述べたように本発明のろうを使用し、熱交換器を製造した場合、ろう付中のフィンの座屈が少なく、部材の熱伝導性、強度向上効果があり、熱交換器の小型、軽量化が可能であり、工業上顕著な効果を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

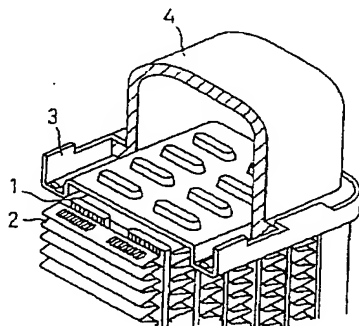
【図1】ラジエーターを示す一部断面の斜視図。

【図2】サーペンタインタイプのエバポレーターを示す一部断面の斜視図。

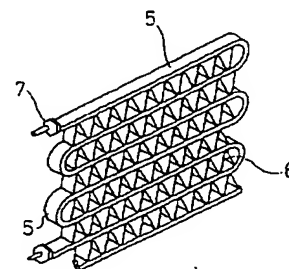
【符号の説明】

- 1 偏平チューブ
- 2 薄肉フィン
- 3 ヘッダー
- 4 タンク
- 5 管材
- 6 コルゲートフィン
- 7 コネクター

【図1】



【図2】



THIS PAGE BLANK (USPTO)